TP N°2 APPROFONDISSEMENT :
Mesures à l'oscilloscope, chronogramme et spectre d'un signal

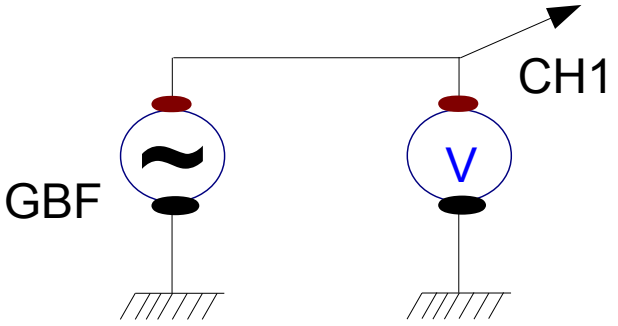
Lors de ce TP, vous allez principalement approfondir l'utilisation de l'oscilloscope, avec ses outils de mesure et ses options de traitement mathématique des signaux, dont la F.F.T. Qui lui permet d'afficher le spectre du signal sélectionné. Vous disposez toujours des documentations techniques, **mode d'emploi de chaque appareil : soyez curieux !**

1°) Précision des mesures à l'oscilloscope :

a) Le match oscilloscope vs voltmètre :

Sortez le TP de la séance précédente ainsi que votre compte rendu, relisez les rapidement pour vous remettre « dans le bain ». Le document de cours est indispensable à la réussite de ce TP ! Vous allez comparer les capacités de mesurage de l'oscilloscope par rapport au multimètre (bas de gamme ici, mais complet) dans un premier temps.
Le but est de vous habituer à utiliser les bons appareils suivant les mesures que vous aurez besoin d'effectuer, à chaque appareil sa fonction et sa précision de mesure. Le développement de ce type d'étude mène à la métrologie.
Sans vouloir faire de vous des métrologues, vous devrez être capable de choisir l'appareil le plus adapté aux mesures que vous aurez à effectuer lors de vos missions en entreprise...

Câblez le montage suivant et réglez les différents appareils pour observer le sinus et mesurer l'amplitude et sa fréquence : **V(t) = 2.sin(12566,4.t)**



Réglez V_{RMS} !

→ **Générez et observez V(t) à l'oscilloscope** pour avoir au moins une période visible et une amplitude crête à crête sur 2 divisions au maximum.

→ Relevez l'oscillogramme sur PC pour votre compte rendu.

→ Notez les calibres verticaux et horizontaux ainsi utilisés.

→ Mesurez en comptant le nombre de divisions et en utilisant les calibres ci-dessus, la période du signal puis sa fréquence et son amplitude crête.

→ En déduire sa fréquence F, et son amplitude efficace V_{RMS}.

→ Utilisez maintenant l'**auto-scale puis les mesures automatiques** pour obtenir F et V_{RMS}.

→ Ajustez l'échelle verticale pour observez le signal sur toute la hauteur de l'écran (sur les 8 divisions en dé-calibrant l'échelle : appuyez sur le bouton de réglage de la sensibilité verticale puis tounez) et recommencez la mesure automatique de V_{RMS}.

→ **Avec le multimètre,** utilisez le meilleur calibre (avant dépassement : l'affichage se met à clignoter) pour mesurer la valeur efficace de V(t).

→ diminuez le calibre et commentez la valeur affichée.

→ déduisez le calibre le plus adapté pour la meilleure précision de mesure.

→ Regroupez dans le tableau suivant les valeurs ainsi mesurées et calculez les erreurs brutes et relatives par rapport à la valeur réglée sur le GBF (on admettra que le GBF est parfaitement calibré et que la valeur générée est exactement celle affichée...).

	Oscillo 2 divisions	Oscilloscope Automatique	Oscilloscope décalibré	Multimètre
F [Hz]				
V_{RMS} [V]				
ε_B [V]				
ε_R [%]				

Pour les calculs des erreurs vous utiliserez les formules suivantes :

$$Erreur\ \ brute: \ \varepsilon_B = V_{RMS} - V_{GBF} \qquad Erreur\ \ relative: \ \varepsilon_R = \frac{V_{RMS} - V_{GBF}}{V_{GBF}}$$

→ **Conclure sur le meilleur outil** en terme de précision et de simplicité d'utilisation à utiliser pour faire une **mesure de qualité ou de simple vérification d'ordre de grandeur.**

b) Les limites du voltmètre :

→ Sur le GBF, réglez la fréquence à 100KHz, sans changer les autres réglages.
→ O**bservez V(t) à l'oscilloscope** pour optimiser la mesure d'amplitude.
→ **Mesurez alors** V_{RMS} ainsi que F à l'Oscilloscope ET au voltmètre/fréquencemètre

→ Recommencez de même ces mesures à 500KHz.

→ Calculez les erreurs brutes et relatives sur ces mesures.

→ Concluez sur ces résultats en fonction de la fréquence, complétez cette conclusion en récupérant les valeurs limites de fonctionnement du multimètre dans sa documentation technique.

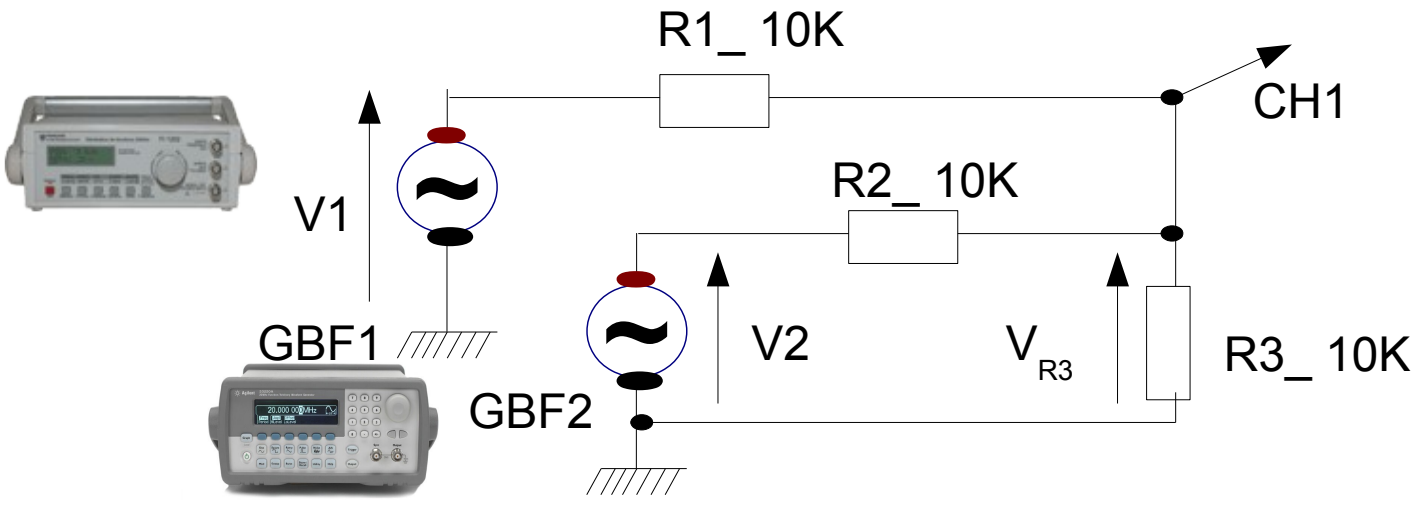
→ Conclusion sur l'issue du match ?

2°) Vos premiers spectres :

a) Somme de deux sinus :

→ Réalisez le montage suivant en utilisant les 2 GBF à votre disposition (Agilent 33220A et FI 1202) pour obtenir une somme de 2 sinus de fréquences et d'amplitudes différentes :

GBF1 : **$V_1(t) = \sqrt{2}.\sin(2.\pi.7000.t)$**
GBF2 : **$V_2(t) = 3\sqrt{2}.\sin(2.\pi.1000.t)$**



→ **relevez l'oscillogramme** pour observer au moins une période complète du signal de plus faible fréquence.

Lisez votre cours pour revoir un peu de théorie et **donner l'allure du spectre du signal $V_{R3}(t)$** en sortie de ce montage.
→ Utilisez le menu « Math » de l'Oscilloscope pour afficher le spectre de V_{R3}:
→ Observez l'oscillogramme sur la moitié supérieure de l'écran et le spectre sur la moitié inférieure dans un premier temps : que pensez vous de la résolution en fréquence de cet affichage de spectre ?
→ Augmentez le nombre de périodes affichées sur l'oscillogramme jusqu'à une dizaine, sans toucher aux réglages de la FFT : que se passe-t-il au niveau du spectre? Que pensez vous alors de l'oscillogramme ?

→ Concluez sur une méthode simple et rapide d'obtention d'un spectre par FFT en décrivant les étapes à respecter pour un affichage de bonne qualité.

a) Signal rectangulaire, numérique :

→ A partir du montage précédent, retirez le GBF1 et la résistance R1 du montage.
→ Utilisez la sortie « SYNC » du générateur Agilent et observez l'oscillogramme sur une ou deux périodes (**réglez la commande verticale de CH1 en mode CC)** : justifiez le nom de cette sortie de synchronisation (page 68 de la documentation) et imaginez une application de ce signal.

Nous l'utiliserons tel quel pour observer son spectre en appliquant la méthode que vous venez de donner à la question précédente :
→ Relevez le spectre de ce signal, commentez ce que vous observez à 0 [Hz] et aux fréquences supérieures à F2.

→ Passez en mode AC et observez les changements dans l'affichage du spectre : vous retiendrez qu'il faut toujours calculer un spectre par FFT en mode AC pour limiter l'erreur systématique (algorithme) faite sur les amplitudes.

→ Retirez de l'affichage le spectre et réglez l'échelle verticale pour occuper toute la hauteur de l'écran, ce qui assure une précision optimale en amplitude.
→ Affichez le spectre de sorte à observer 7 à 8 raies, optimisez l'échelle verticale pour que la raie principale occupe au mieux l'échelle verticale relevez sur le PC et nommez chaque raie du spectre.

2°) Filtrage et action sur le spectre d'un signal:

--> Filtre passe-bas réglable:

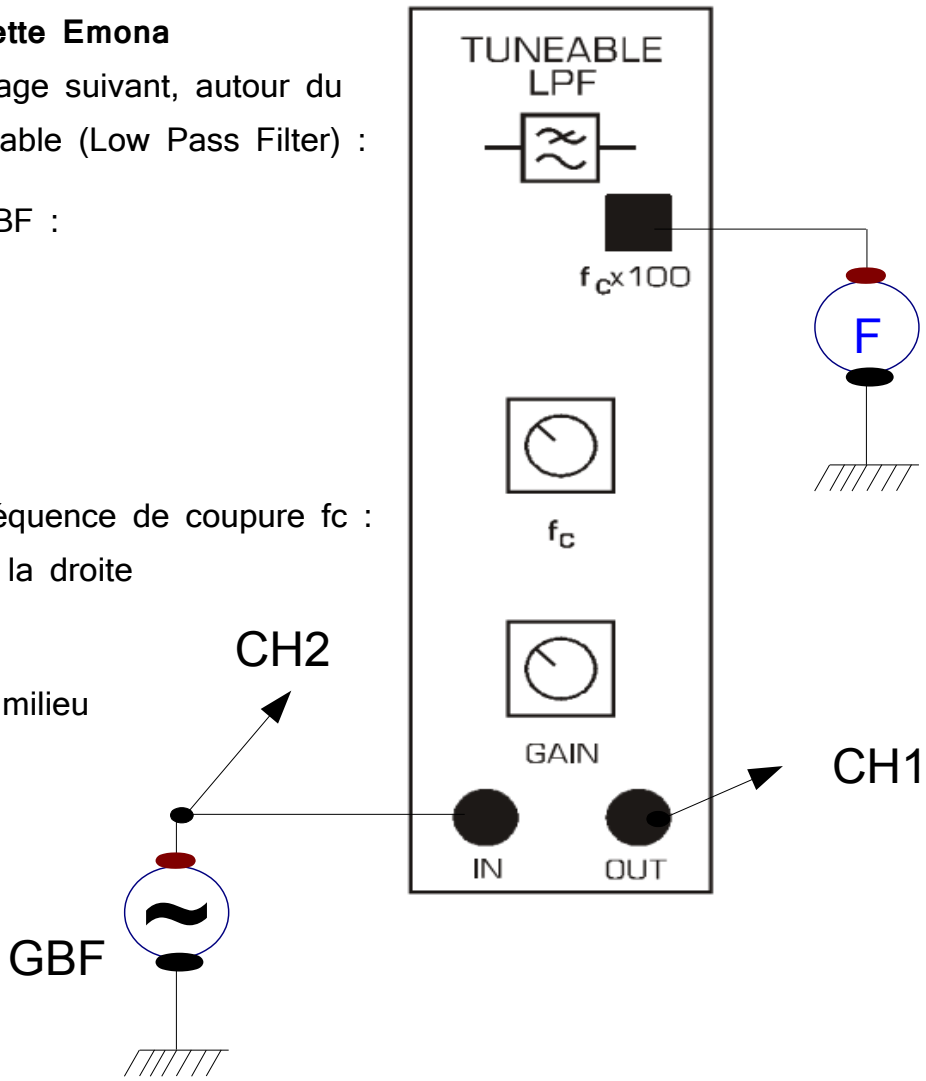
Alimentez la maquette Emona

→ Réalisez le montage suivant, autour du filtre passe bas réglable (Low Pass Filter) :

→ signal issu du GBF :
Triangulaire
F = 1 [KHz]
$V_{crête}$ = 2 [V]
V_{moy} = 1 [V]

→ Réglage de la fréquence de coupure fc :
Réglage à fond sur la droite

→ bouton GAIN au milieu



→ Observez à l'oscilloscope (Auto-scale) le signal issu de la sortie « fcx100 » et faites varier la valeur de fc via le bouton, déduire l'intérêt du fréquencemètre sur ce montage.

→ Observer à l'oscilloscope les signaux en entrée et en sortie du filtre, sur 1 à 2 périodes. Optimisez l'affichage pour occuper toute la hauteur de l'écran.
→ faites varier la valeur du GAIN pour avoir la même amplitude efficace sur les 2 voies, vérifiez cette égalité à l'aide des mesures automatiques de l'oscilloscope.
→ faites maintenant varier la valeur de fc, observez l'effet de ces variations sur l'allure et la valeur efficace du signal de sortie.

→ Sous OpenOffice, faites un tableau pour 12 valeurs de fc (min au max) dans lequel vous noterez la valeur efficace du signal de sortie, puis **tracez la courbe V_{OUT_RMS} en fonction de la fréquence de coupure fc du filtre**, utilisez une échelle logarithmique pour l'axe de la fréquence.

→ **Observez (correctement!) le spectre du signal de sortie du filtre** pour ces mêmes valeurs de fc en commençant par la maximale de fc, et **récupérez au moins 6 spectres vous permettant de faire explicitement apparaître l'effet du filtre sur ce spectre.**

→ **Quelle mesure complémentaire, au multimètre sur le signal de sortie, est-il nécessaire de faire pour compléter tous ces spectres ?**

→ **Sur un de ces spectres faisant apparaître 2 ou 3 raies, complétez-le avec cette mesure supplémentaire et faites apparaître l'allure de la réponse en fréquence (voir CM), directement sur ce spectre. Respectez la valeur de fc et faîtes-la apparaître explicitement.**

Le TP suivant vous permettra de quantifier cette réponse avec le relevé des diagrammes Bode d'un filtre simple.